

# POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO NO MUNICÍPIO DE SOROCABA, SÃO PAULO, BRASIL <sup>1</sup>

Alexandre Marco da Silva <sup>2</sup>

**Resumo:** Estudos sobre o meio físico são importantes para auxiliar a compreensão da risco do ambiente ao processo erosivo. Este trabalho teve como objetivo elaborar o mapa de Potencial Natural à Erosão do município de Sorocaba-SP, bem como interpretar os condicionantes do meio físico que determinam uma maior ou menor susceptibilidade ao processo. Utilizou-se recursos de geoprocessamento, sendo a Equação Universal de Perda de Solo o modelo matemático empregado para desenvolvimento do trabalho. Os resultados apontam uma distribuição sazonal irregular da erosividade das chuvas, com sua maior parte concentrada no quadrimestre dez-jan-fev-mar (69,17% do total). Por sua vez, em função das classes de solos ocorrentes de forma predominante, verificou-se que a erodibilidade é classificada como média-forte. O fator topográfico mostrou predominância espacial de baixos valores, embora algumas áreas mostrando altos valores também ocorreram. O mapa do PNE revelou ampla similaridade de ocorrência conforme variou o fator topográfico e revelou ainda várias regiões do município que necessitam de um planejamento de uso da terra adequado, pois o risco à erosão é significativo, podendo gerar sérios impactos e prejuízos.

**Palavras chave:** equação universal de perda de solo, geoprocessamento, potencial natural à erosão, suscetibilidade do meio físico à erosão.

## NATURAL POTENTIAL FOR EROSION IN SOROCABA MUNICIPALITY, SÃO PAULO, BRASIL

**Abstract:** Studies about the physical environment have particular importance on the comprehension of the erosion risk. The aim of this paper was to elaborate the map of Natural Potential for Erosion (NPE) for the Sorocaba Municipality, as well as interpreting the key factors of the physical environment that determine higher or lower erosion risks. GIS was the employed technology and Universal Soil Loss Equation was the mathematical model used in this study. It was observed an irregular seasonal distribution of the erosivity values, and the period with highest concentration was Dec-Jan-Feb-Mar (69.17% of the total). The soil erodibility was considered medium-high due the type of soil that occurs along the study area. The topographic factor showed spatial dominance of low values, although some areas presenting high values also occurred. The NPE map revealed strong similarity of occurrence with the topography and also revealed the regions of the city that require adequate land use planning since the erosion risk is significant, and might generate serious impacts and damages.

**Keywords:** geoprocessing, natural potential for erosion, susceptibility of physical environment for erosion, universal soil loss equation.

## INTRODUÇÃO

A caracterização do meio físico de uma região constitui o primeiro passo para avaliar e planejar o uso e ocupação do solo de forma adequada e coerente com suas limitações naturais de uso, quer seja climática, topográfica e/ou pedológica (Lepsch et al., 1991; Paula et al., 2006).

<sup>1</sup> Artículo recibido el 15 de agosto de 2007 y aceptado el 27 de enero de 2008.

<sup>2</sup> Professor – Campus Experimental de Sorocaba (UNESP), Av. Três de Março 511, Alto da Boa Vista, Sorocaba - SP, Brasil. E-mail: [amsilva@sorocaba.unesp.br](mailto:amsilva@sorocaba.unesp.br)

Vários são os métodos de investigação da suscetibilidade do meio físico ao processo erosivo. Alguns contemplam parte dos componentes envolvidos no processo, como é o caso do índice de Fournier, que considera somente fatores climáticos (chuva) (Bertoni e Lombardi Neto, 1990) ou ainda o método pedológico, que considera somente parâmetros físicos e químicos do solo, como o nomógrafo de Wischmeier (Wischmeier e Smith, 1978). Outros expressam uma informação qualitativa sobre a suscetibilidade, como métodos aerofotogramétricos (Zachar, 1982; Silva et al., 2007).

Há ainda métodos que contemplam os três fatores fundamentais do ambiente físico envolvidos na avaliação do risco de erosão: topografia, clima e solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1990). Lobo et al. (2005) utilizaram um método que utiliza uma equação e também ábacos para determinação de características hidrológicas do solo, agressividade climática e também o fator declividade da encosta. Valério Filho (1994), Bueno e Stein (2004), Pedro e Lorandi (2004), Alvares e Silva (2005) e Zaroni (2006) determinaram o Potencial Natural de Erosão (PNE) para várias localidades considerando os quatro primeiros fatores da Equação Universal de Perda de Solo, os quais correspondem aos fatores do ambiente físico acima citados. A equação para cálculo do Potencial Natural de Erosão é (equação 1):

$$\text{PNE} = R K L S \quad (1)$$

onde:

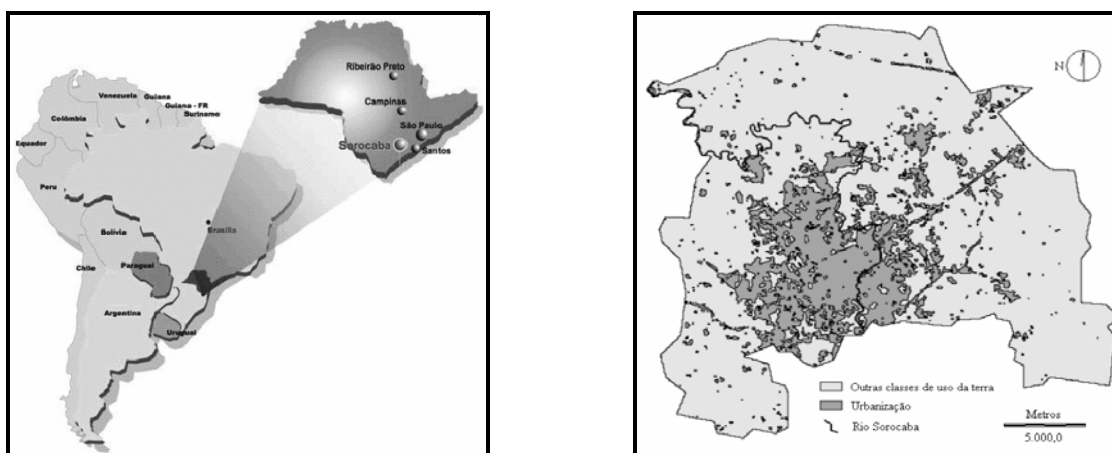
PNE – potencial natural de erosão (perda de solo) calculada por unidade de área ( $\text{t ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ). R - fator erosividade da chuva (MegaJoule milímetro) (hectare hora) $^{-1}$ . K - fator erodibilidade do solo ( $\text{t h ha}$ ) ( $\text{MJ ha mm}$ ) $^{-1}$ . L - fator comprimento de rampa. S - fator declividade. Os fatores L e S geralmente são calculados conjuntamente e retornam valores adimensionais.

O PNE, quando apresentado em forma cartográfica, permite uma clara interpretação do risco de erosão que pode existir em função das características do meio físico (Silva et al., 2007). As estimativas do PNE podem colaborar para um ordenamento do uso e ocupação de áreas potencialmente suscetíveis à erosão, evitando assim o acontecimento de desastres como enchentes e deslizamentos de terra, onerar custos de infra-estrutura, permitindo trazer a atenção dos planejadores e autoridades locais para as regiões mais frágeis, de relevo acidentado e com solos com alta erodibilidade (Pedro e Lorandi, 2004).

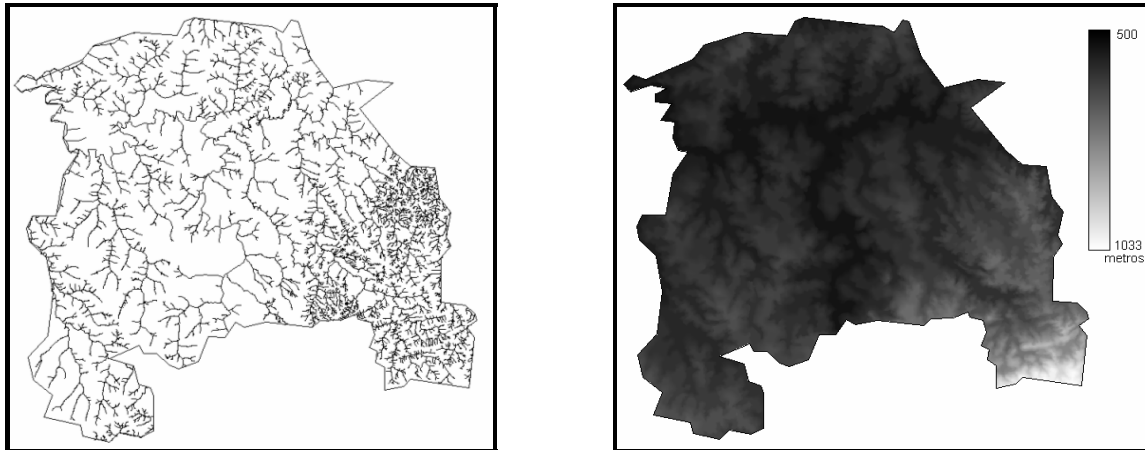
Considerando o exposto, estabeleceu-se como objetivos para este trabalho elaborar o mapa do Potencial Natural à Erosão do Município de Sorocaba-SP, bem como interpretar os condicionantes do meio físico que mais intensamente determinam uma maior ou menor susceptibilidade ao processo erosivo.

## MATERIAL E MÉTODO

O município de Sorocaba situa-se na porção sudeste do interior do Estado de São Paulo - (Figura 1) região sudeste do território brasileiro, entre as coordenadas 23°21' e 23°35' de Latitude Sul e 47°17' e 47°36' de Longitude Oeste. Possui uma área de 449 km<sup>2</sup> e uma população de 552.194 habitantes, sendo cerca de 98% considerada urbana (IBGE, 2005).



**Figura 1: Localização do município de Sorocaba (esquerda) e mancha urbana (direita).**



**Figura 1 (cont.): Hidrografia (esquerda) e mapa altimétrico (direita).**

Trata-se de um município de grande importância no cenário sócio-econômico paulista e brasileiro, com 351 anos de existência e é responsável por 1,1% do produto interno bruto paulista segundo a Fundação Seade (SEADE, 2005). Por outro lado, há uma carência de estudos ambientais que visam caracterizar os ambientes físico, biológico e antrópico, os quais podem prestar importante colaboração num planejamento de uso e ocupação do solo efetivo e de forma sustentável, tanto no meio urbano como também no meio rural.

O clima da região é descrito como “Cfa” (subtropical quente). Apresenta temperatura média anual de 21,4°C, máxima de verão de 30,1°C e mínima de inverno de 12,2°C. A altura pluviométrica anual média é 1.285 mm (EMBRAPA, 2003). Na região ocorrem solos pertencentes predominantemente as classes Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho distrófico (Oliveira et al., 1999).

Sorocaba localiza-se numa faixa onde há o predomínio do bioma denominado Floresta Atlântica, embora algumas manchas de Cerrado também ocorrem, caracterizando uma área de tensão ecológica, com nível de degradação bastante variável conforme a região do município.

A caracterização do meio físico e suscetibilidade natural à erosão baseou-se na elaboração do mapa do Potencial Natural à Erosão (PNE). O mapa foi elaborado utilizando-se a equação 1. Todos os procedimentos foram desenvolvidos utilizando-se o software Idrisi versão Kilimanjaro (Eastman, 2004).

Para obtenção do valor anual do fator R consultou-se o banco de dados “Erosividade – Brasil” (Silva et al., 2006). Uma vez que há uma inexpressiva variação espacial da altura pluviométrica anual ( $\approx 2\%$ ) ao longo da área de estudo e isto pode ser considerado também para a erosividade, considerou-se um único valor de erosividade anual para toda a área de estudo. Desta forma constituiu-se o Plano de Informação (PI) denominado “erosividade”. Valor de  $R = 5.309,0 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Para obtenção do PI “erodibilidade” utilizou-se o mapa pedológico digital do estado de São Paulo e dele extraiu-se a parte referente ao município de Sorocaba. Paralelamente, conforme verificou-se a ocorrência das classes de solos, consultou-se o banco de dados elaborado por Silva e Alvares (2005) e aplicou-se os dados de erodibilidade no mapa de solos associando a classe correspondente via técnicas de geoprocessamento (módulo Assign do Idrisi), a fim de elaborar o PI “erodibilidade”.

Finalmente, para a elaboração do PI “fator topográfico” utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE), de resolução de 30 metros. Para o cômputo do PI “fator topográfico” utilizou-se o software (freeware) USLE-2D (Desmet e Govers, 1996). Este aplicativo calcula, para cada célula, o valor dos fatores L e S conjuntamente a partir do MDE e retorna um único mapa mostrando os valores correspondentes ao fator topográfico.

Para a elaboração do PI correspondente ao Potencial Natural de Erosão utilizou-se o módulo “Image Calculator” do Idrisi, contemplando assim os PIs sobre erodibilidade, fator topográfico e o valor numérico da erosividade anual.

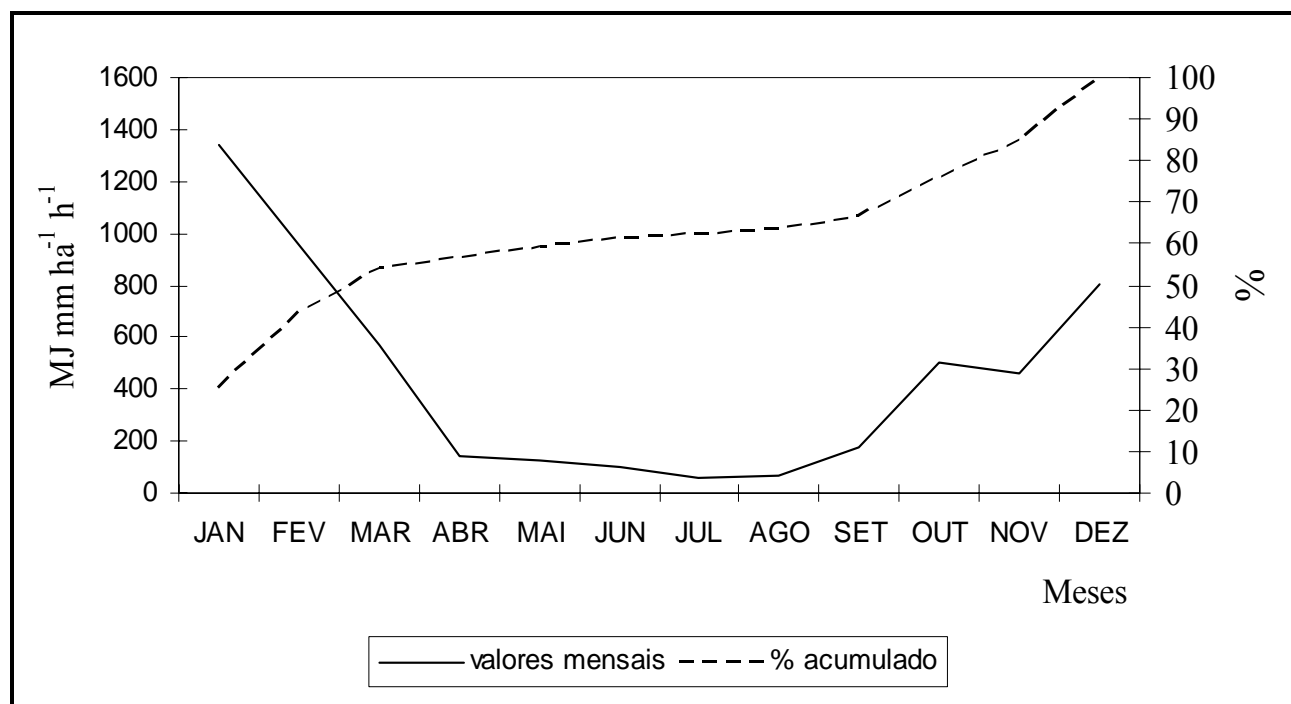
O PI resultante foi reclassificado conforme as classes de interpretação indicadas em Valério Filho (1994) para facilitar a compreensão do mapa final. Após esta etapa calculou-se a área de ocorrência (em porcentagem) para cada classe. Testes de correlação foram efetuados para analisar o grau de relação espacial entre cada fator e o mapa resultante do PNE.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Fator R

Conforme mostra a Figura 2, verifica-se que a distribuição das chuvas e também da sua erosividade é sazonalmente bastante irregular, apresentando um coeficiente de variação 93,6%, considerado alto e confirmando que as chuvas são pobremente distribuídas, ocorrendo de forma concentrada num período do ano. Os maiores valores mensais ocorrem entre os meses de outubro e março. O quadrimestre mais erosivo, computado através da soma dos percentais de cada mês, é o quadrimestre dezembro a março, correspondendo a 69,2% do total anual. Por outro lado, o quadrimestre menos erosivo é o período de maio a agosto, correspondendo a somente 6,7% do total anual (Tabela 1).

O valor anual da erosividade de 5.309,0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> é considerado “médio-forte” segundo tabela de interpretação apresentada por Carvalho (1994). Os dados anuais de pluviometria, disponibilizados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2005) – anos completos dentro do período compreendido entre 1971 e 2003, explica um coeficiente de variação de 25,7%, mostrando uma variação pouco expressiva do total anual neste período considerado. Algo similar poderia ser esperado para o fator erosividade, conforme afirmam Bertoni e Lombardi Neto (1990) e Silva (2004).



**Figura 2: Valores mensais e percentual acumulado da erosividade mensal no município de Sorocaba-SP.**

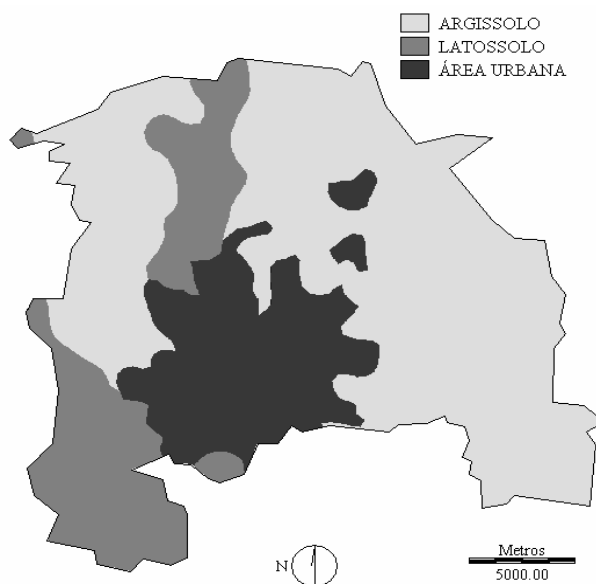
**Tabela 1: Quadrimestre em que as chuvas possuem maior erosividade para o município de Sorocaba-SP.**

Quadrimestre mais erosivo	% (soma dos meses) em relação ao total anual
Jan - Fev - Mar - Abr	56,8
Fev - Mar - Abr - Mai	33,9
Mar - Abr - Mai - Jun	17,9
Abr - Mai - Jun - Jul	8,1
Mai - Jun - Jul - Ago	6,7
Jun - Jul - Ago - Set	7,5
Jul - Ago - Set - Out	15,1
Ago - Set- Out - Nov	22,7
Set - Out - Nov - Dez	36,6
Out - Nov - Dez - Jan	58,6
Nov - Dez - Jan - Fev	67,0
Dez - Jan - Fev - Mar	69,2

### Fator K

Segundo o mapa pedológico (Figura 3), verifica-se uma predominância de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, ocorrendo em aproximadamente 60% da área investigada. Em seguida ocorre a classe área urbana, com 21% e finalmente ocorre a classe Latossolo Vermelho distrófico, com 19% de ocorrência. Os valores utilizados para o cálculo da erodibilidade, extraídos do banco de dados elaborado por Silva e Alvares (2005), foram:  $0,0162 \text{ t h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  para o Latossolo e  $0,0425 \text{ t h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  para o Argissolo. Para a mancha de área urbana que ocorre aproximadamente no centro da área do município, atribuiu-se um valor intermediário de K ( $0,0293 \text{ t h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ), pois, analisando-se a base cartográfica disponível (mapa pedológico), não é possível saber-se com exatidão onde termina e onde inicia-se uma mancha de solo dentro do perímetro urbano.

Os valores obtidos indicam, segundo tabela de interpretação de erodibilidade apresentada em Silva e Alvares (2005), que as áreas que ocorrem latossolo e urbanização possuem erodibilidade consideradas média. Já o argissolo possui uma erodibilidade considerada alta.

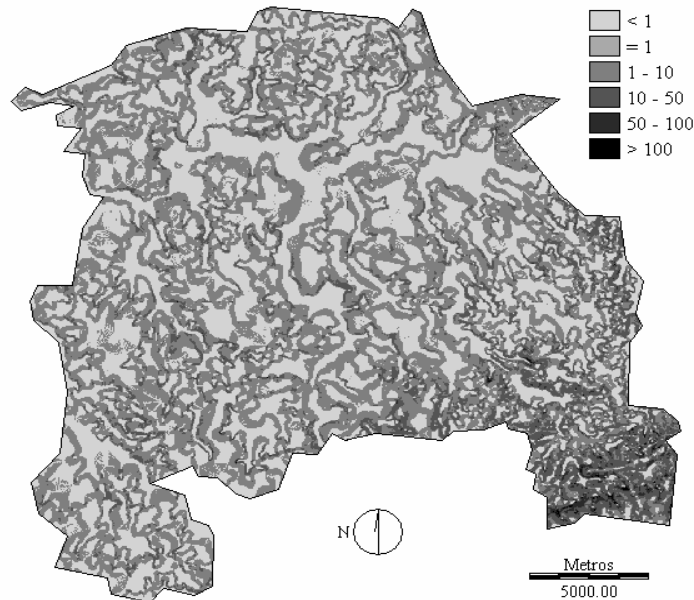


**Figura 3: Mapa pedológico para o município de Sorocaba. Extraído do mapa pedológico do estado de São Paulo. Fonte: Oliveira et al. (1999).**

## Fatores LS

No mapa mostrado na Figura 4, optou-se por mostrar separadamente as classes “<1” e “=1”. Verifica-se que a classe predominante é “1 – 10”, seguida pela classe “< 1” e em seguida pela classe “10 – 50” (Tabela 2). As demais classes ocorrem de forma discreta, todas com ocorrência menor que 1%. Isto sugere que a maior parte do relevo do município de Sorocaba é composto por vertentes pouco declivosas (Segundo Paula et al. (2006), 37,8% da área de estudo é composta por relevo cuja declividade está entre 0 e 3%). As vertentes mais declivosas, estão localizadas predominantemente na porção sudeste da área de estudo, na região com maior altimetria (Paula et al., 2006).

Conforme explicado em Silva et al. (2005), no caso da classe “<1” trata-se de uma classe onde o papel do relevo não é, ao menos matematicamente, acelerador mas sim amenizador do processo erosivo. Isto porque quando são aplicados valores entre 0 e 0,99 para o fator LS os resultados de perda de solo tendem a diminuir. Quando aplica-se valor exatamente igual a 1 (classe “=1”) a participação do fator LS é nula, pois constitui o elemento neutro da multiplicação. Porém, quando valores maiores que 1 são aplicados, verifica-se que o valor resultante (final) é ampliado, mostrando que a participação do relevo é cada vez maior na aceleração do processo de perda de solo em função do aumento do valor de LS.



**Figura 4:** Mapa mostrando a espacialização dos valores do fator LS (adimensional).

**Tabela 2:** Porcentagem de ocorrência de cada classe do fator LS (topográfico) no município de Sorocaba-SP.

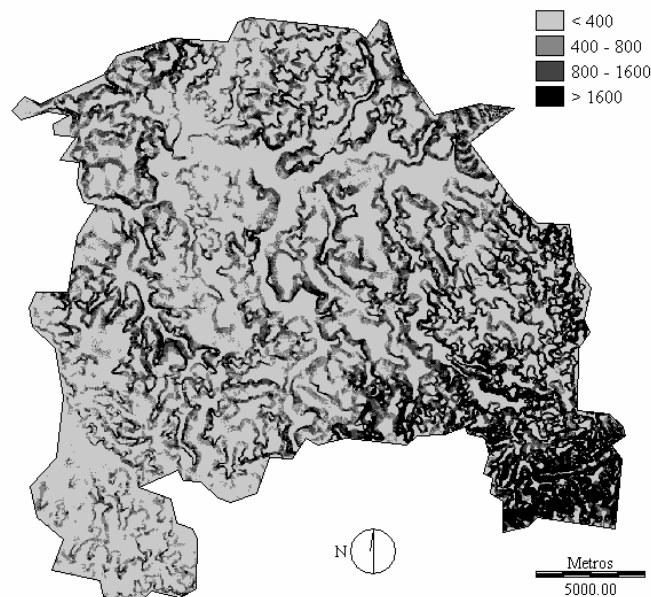
Classe	% de ocorrência
< 1	42,8
= 1	0,8
1 – 10	44,1
10 – 50	11,6
50 – 100	0,6
> 100	0,1

### Potencial Natural à Erosão (P.N.E.).

A Tabela 3 e a Figura 5 mostram, respectivamente, as proporções de ocorrência e a espacialização de cada classe interpretativa do PNE. Similar à declividade, verifica-se que a classe que indica maiores valores de perda de solo ocorre predominantemente também na porção sudeste do município. A classe de PNE predominante é “< 400 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>”, ocorrendo em 54,8% da área de estudo, seguida pela classe “> 1600” ocorrendo em 15,2%, “400 – 800”, ocorrendo em 15,1% e finalmente “800 – 1600”, ocorrendo em 14,9%.

**Tabela 3: Porcentagem de ocorrência de cada classe do PNE no município de Sorocaba-SP.**

Classe (t.ha-1.ano-1)	% de ocorrência
< 400	54,8
400 – 800	15,1
800 – 1600	14,9
> 1600	15,2



**Figura 5: Mapa mostrando a espacialização dos valores do Potencial Natural de Erosão (valores em t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).**

A relação observada entre o mapa do PNE e seus condicionantes mostrou uma ampla semelhança entre a espacialização do PNE e a topografia da região e muito pouca semelhança entre a espacialização do PNE e os solos, apresentando valor de correlação espacial entre fator topográfico e PNE  $r^2 = 0,96$  e valor de correlação espacial entre fator erodibilidade e PNE  $r^2 = 0,05$  (feitas através do comando “Regress” do Idrisi). Tal fato é concordante com a bibliografia e também verificado por Alvares e Silva (2005).

O valor médio observado do PNE é 398,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ficando praticamente no limiar entre a primeira e a segunda classe de interpretação do PNE. Isto é concordante com o mapa qualitativo de erosão proposto pelo IPT (1997), que classifica o município de Sorocaba como moderadamente crítico. Por sua vez, no mapa quantitativo do PNE apresentado para todo o estado de SP na escala 1:1.000.000 (pixels com resolução de 100 metros) por Alvares e Silva (2005), a situação é semelhante a apresentada neste estudo, com áreas oscilando entre estas mesmas duas classes de interpretação.

Apresentado o mapa de Potencial Natural à Erosão, espera-se que este seja incluído num zoneamento agroecológico de Sorocaba, bem como também no planejamento de uso da terra em áreas urbanas, assim como mencionado em Pedro e Lorandi (2004). Isto se faz necessário pois percebe-se que, embora a proporção predominante de ocorrência é da

classe de menores valores, proporções não desprezíveis das outras classes também ocorrem e de forma análogas, sendo que as três classes juntas somam 45,2% de ocorrência. Nestas áreas o risco de erosão é, seguramente, um forte limitante de uso da terra e requer cuidados e planejamento adequado de uso, podendo parte destas áreas serem destinadas a área de preservação ambiental ou serem utilizadas com extrema cautela, inclusive para evitar o desencadeamento de formas erosivas severas e que coloque em risco a vida de pessoas, como erosão em encostas por deslizamento (Figueiredo, 1994).

O presente levantamento permite estabelecer novos passos na pesquisa sobre erosão dos solos na região de Sorocaba, como por exemplo estabelecer quais seriam os valores dos fatores C e P ideais e os tipos de cobertura e manejo compatíveis com a tolerância de perda solo para cada classe, conforme estipulado em Valério Filho (1994). Fujihara (2002) apresenta dados sobre tolerância de perda de solos para os Latossolos e Argissolos (respectivamente, 15,0 e 4,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Isto permitirá a elaboração de mapas mostrando o CP desejável e o CP atual e real e por fim realizar uma análise comparativa e crítica dos locais com maiores expectativas de perda de solo.

Finalmente, é importante mencionar também que este tipo de estimativa contempla apenas o potencial à erosão laminar. Uma outra informação importante e complementar a esta seria um mapa apresentando o potencial à erosão linear (ravinas e voçorocas) do município, o qual auxiliaria a compreensão do município ao processo erosivo e orientaria tomadas de decisões no sentido de disciplinar a ocupação e, quando cabível, providenciar investimentos e obras no combate e/ou prevenção contra erosão.

## CONCLUSÕES

A classe predominante de ocorrência do PNE ao longo do município de Sorocaba é “< 400 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>”, mostrando que o município possui, de forma geral, um potencial natural de erosão relativamente baixo, embora as demais classes que representam um quadro mais sensível ao processo erosivo ocorrem numa proporção não desprezível.

Concordante com a bibliografia, o mapa do PNE obtido e apresentado neste trabalho mostrou uma ampla semelhança com a topografia da região e muito pouca semelhança com a espacialização dos solos, apresentando valor de correlação espacial entre fator topográfico e PNE  $r^2 = 0,96$  e valor de correlação espacial entre fator erodibilidade e PNE  $r^2 = 0,05$ .

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece a FAPESP (processos 04/13.096-7 e 04/15.796-6) pelo apoio financeiro para aquisição de materiais e visitas a campo e também pela bolsa modalidade “Jovem Pesquisador em Centros Emergentes” concedida ao autor.

## REFERENCIAS

- Alvares, C. A. e Silva, A. M. (2005). “Características das vertentes e potencial natural de erosão da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos (Torrinha / Brotas – SP)”, In: Anais do 11º Simp Bras. de Geografia Física Aplicada, USP - São Paulo – SP, 11 pág., CD-ROM.
- Bertoni, J. e Lombardi Neto F. (1990). *Conservação do Solo*, Editora Ícone, São Paulo, Brasil, 335 p.
- Bueno, C. R. P. e Stein, D. P. (2005). “Potencial Natural e Antrópico de erosão na região de Brotas, Estado de São Paulo”, *Acta Scientiarum*, Vol. 26, pp.1-5.
- Carvalho, N. De O. (1994). *Hidrossedimentologia Prática*, CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. Rio de Janeiro, Brasil.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo). Banco de Dados Hidrometeorológicos. Disponível em <http://www.daee.sp.gov.br>. Acesso em novembro de 2005.
- Desmet, P. J. J. e Govers G. (1996). “A GIS procedure for automatically calculating LS factor on topographically complex landscape units”, *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol. 51, pp. 427-433.
- Eastman, R. (2004). Idrisi for Windows – Kilimanjaro version – Software.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (2003). Banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em [www.bdelima.cnpm.embrapa.br](http://www.bdelima.cnpm.embrapa.br). Acesso em novembro de 2005.
- Figueiredo, R. B. (1994). *Engenharia Social: Soluções para áreas de risco*, Makron Books, São Paulo, Brasil.



- Fujihara, A. K. (2002). “Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento”, Dissertação (Mestrado em Ciências) – Esalq – USP, 118 p.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) – Cidades@ – O Brasil município por município. Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em novembro de 2005.
- IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) (1997). Mapa de erosão do Estado de São Paulo, 2ª versão, Escala 1:1.000.000.
- Lepsch, I. F., Belinazzi JR, R., Bertolini D. e Espíndola, C. R. (1991). *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas-SP, Brasil, 175 p.
- Lobo, D., Lozano, Z. e Delgado, F. (2005). “Water erosion risk assessment and impact on productivity of a Venezuelan soil”, *Catena*, Vol. 64, pp. 297-306.
- Oliveira, J. B. De; Camargo, M. N.; Rossi, M. e Calderano Filho, B. (1999). *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. Legenda Expandida*. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: EMBRAPA – Solos, 64 p.
- Paula, F. P., Silva, A.M., Ikematsu, P., Nogueira, D. P. e Silveira, F. M. (2006). “Estudo das formas geométricas e da declividade das encostas no município de Sorocaba como subsídio a programas regionais de manejo e conservação do solo”, XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água”, Aracaju - SE. CD-ROM.
- Pedro, F. G. e Lorandi, R. (2004). *Potencial Natural de Erosão na área periurbana de São Carlos – SP*. Rev. Bras. Cartografia, 56 / 1, p. 28 – 33,
- SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados). Informações Municipais. Disponível em [www.seade.sp.gov.br](http://www.seade.sp.gov.br). Data de acesso: novembro de 2005.
- Silva, A. M. (2004). “Rainfall erosivity map for Brazil”, *Catena*, Vol. 57, p. 251-259.
- Silva, A.M. e Alvares, C.A. (2005). “Erodibilidade dos solos paulistas: levantamento de informações e estruturação de um banco de dados”, *Geociências*, Vol. 24, pp. 33-42.
- Silva, A.M.; Ranzini, M.; Guandique, M.E.G.; Arcova, F.C.S. e de Cicco, V. (2005). “Estudo integrado do processo erosivo numa microbacia experimental localizada no município de Cunha – SP”, *Geociências*, Vol. 24, pp. 43-54.
- Silva, A.M., Rodrigues, B. B. e Marques, M. A. (2006). “Erosividade Brasil – software em fase de elaboração”, Anais da 16ª Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, realizado em Aracaju – Sergipe, CD-ROM.
- Silva, A.M.; Schulz, H.E. e Camargo, P.B. (2007). *Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas*, 2ª edição – revista e ampliada. Editora Rima, São Carlos – SP, Brasil, 153 p.
- Valério Filho, M. (1994). *Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de Bacias Hidrográficas*, in Ferreira, M. E. E Cruz, M. C. P. Solos Altamente Suscetíveis à Erosão. FCAV-UNESP/Jaboticabal - Soc. Bras. de Ciênc. do Solo, p. 223-242.
- Wischmeier, W. H. e Smith, D. D. (1978). “Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Supersedes Agriculture Handbook No. 282”, Science and Education Administration, United States Department of Agriculture. 58p.
- Zachar, D. (1982). “Soil Erosion”, in: *Developments in Soil Science 10*, Elsevier Scientific Publishing Company, Bratislava, Czechoslovakia.
- Zaroni, M. J. (2006). “Estimativa da produção de sedimentos em bacias hidrográficas por meio do modelo de erosão USLE e do índice de transferência de sedimentos – SDR”, Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 143 p.

